# SEMESTRAL

# UNI

academiacesarvallejo.edu.pe

ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

SEMESTRAL

UNI

academiacesarvallejo.edu.pe

ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

# FÍSICA

## Tema: FENÓMENOS ONDULATORIOS

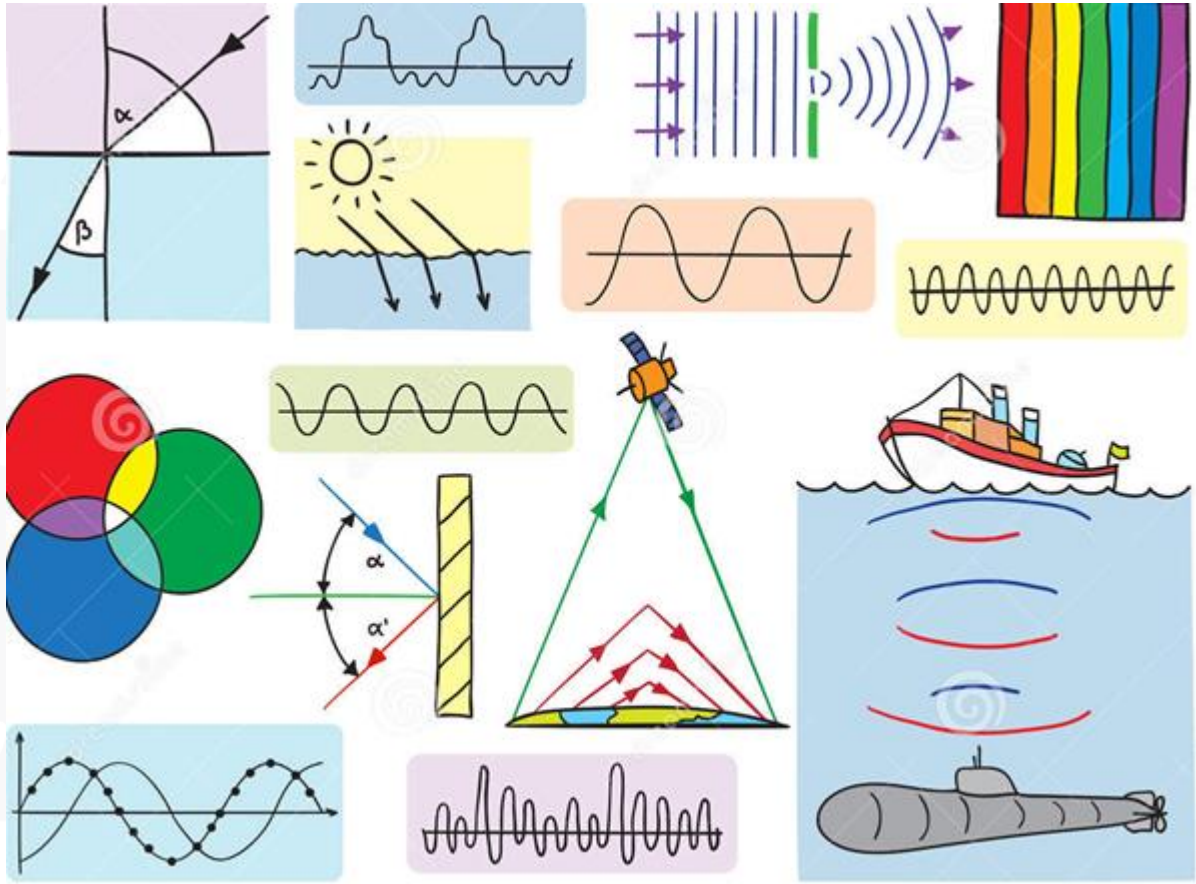
## OBJETIVOS

- Conocer la importancia de los fenómenos ondulatorios en la vida cotidiana.

- Estudiar fenómenos como:

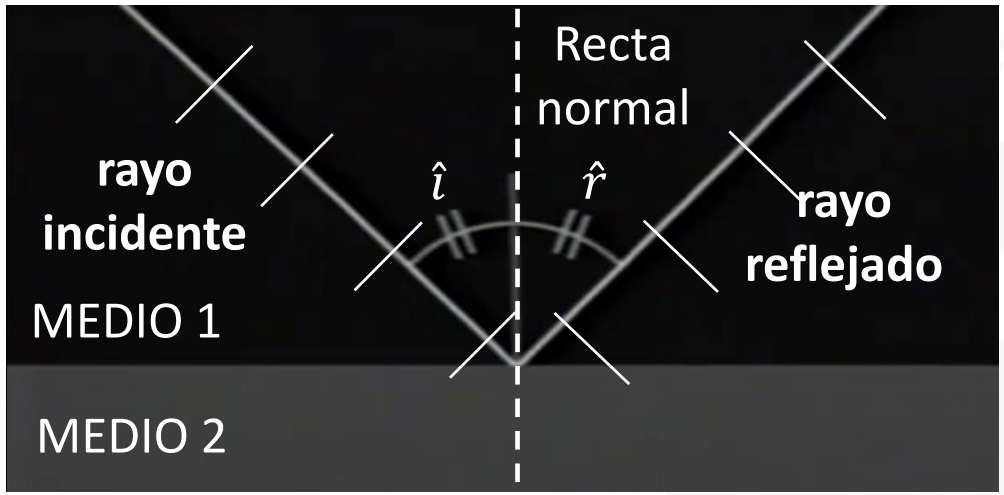
  - La Reflexión
  - La Refracción
  - La Superposición e interferencia
  - Las Ondas estacionarias

- Estudiar la generación y propagación del sonido.



## REFLEXIÓN

Consiste en el cambio de dirección de una onda cuando llega a otro medio, regresando al mismo medio.



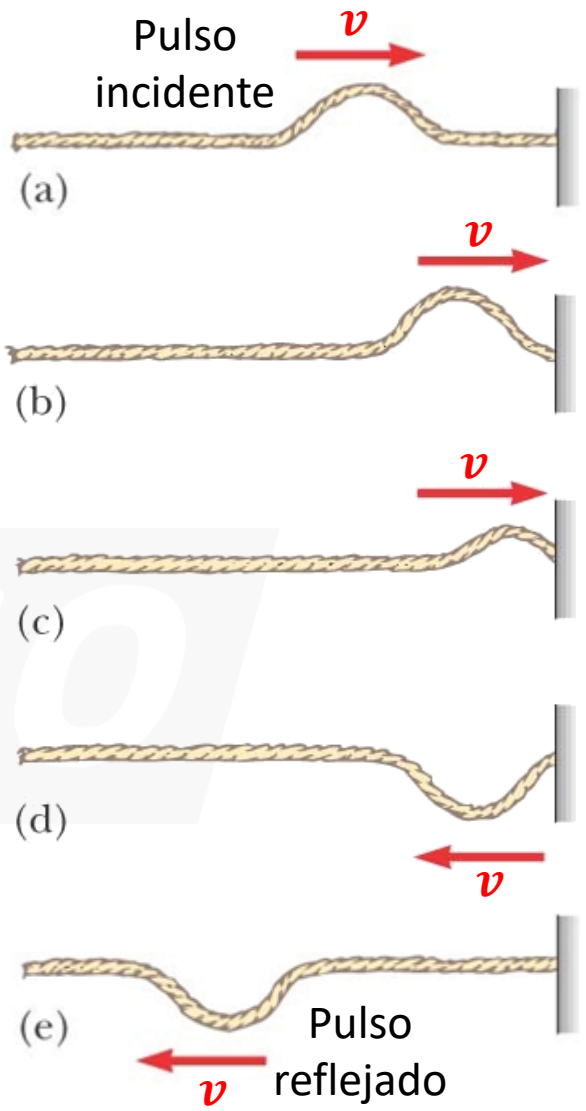

## LEYES DE LA REFLEXIÓN

**Primera ley:** El rayo incidente, el reflejado y la normal están en el mismo plano.

**Segunda ley:** El ángulo incidente ($\hat{i}$) y el de reflexión ($\hat{r}$) son iguales.

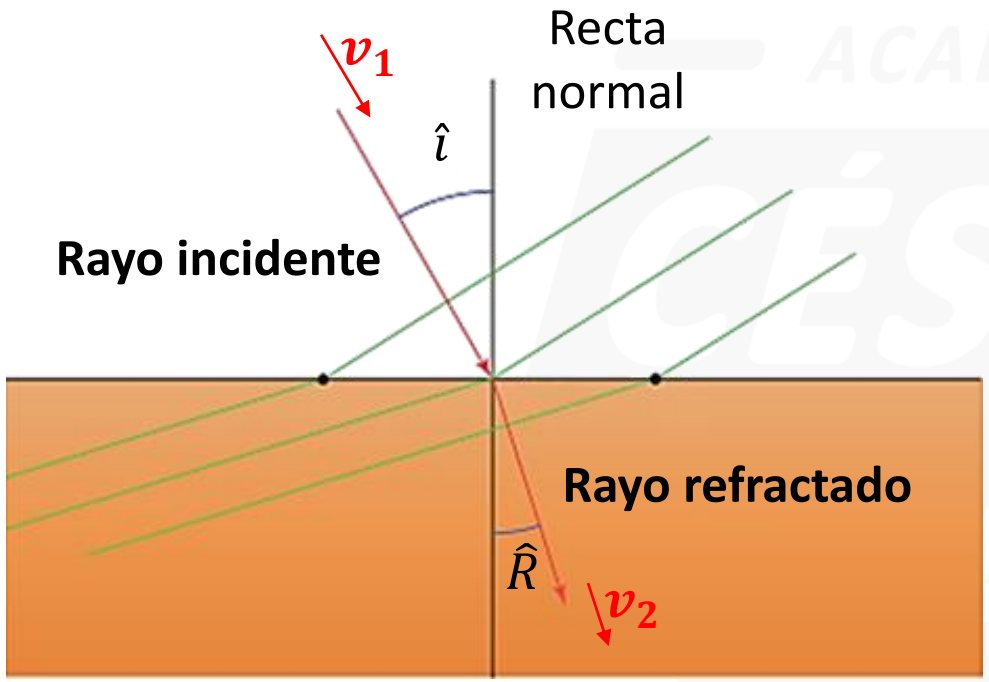
$$\hat{i} = \hat{r}$$

## REFLEXIÓN EN CUERDAS



## REFRACCIÓN

Consiste en el paso de la onda mecánica de un medio a otro.




## LEYES DE LA REFRACCIÓN

**Primera ley:** El rayo incidente, el refractado y la normal están en el mismo plano.

**Segunda ley:** Ley de Snell.

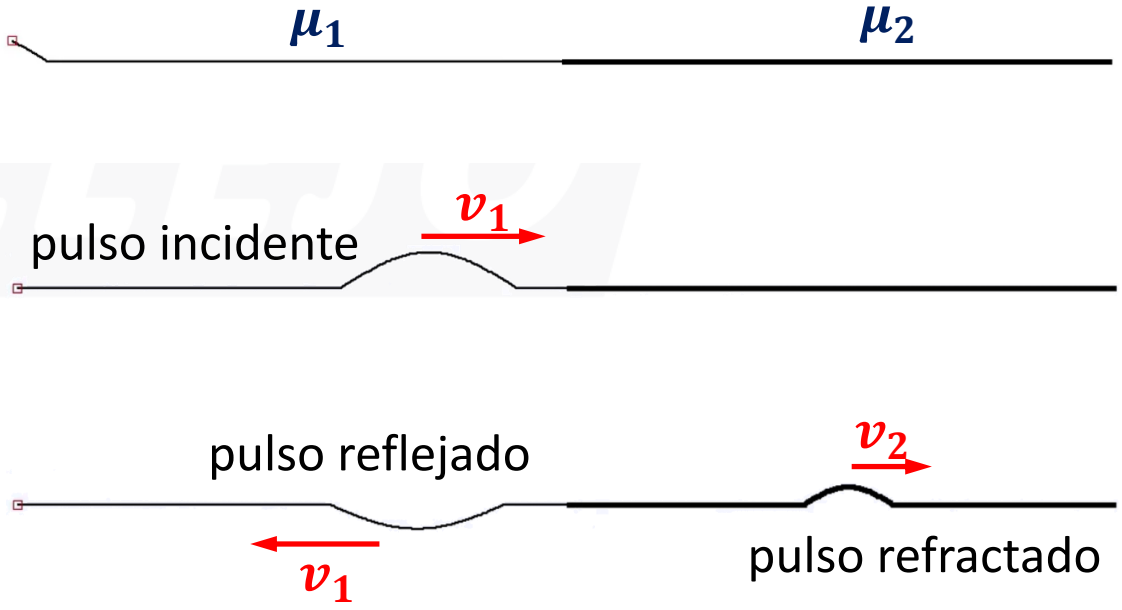
$$\frac{v_1}{sen\,\hat{\imath}} = \frac{v_2}{sen\,\hat{R}}$$

$\hat{\imath}$ :ángulo de incidencia $\hat{R}$ :ángulo de refracción

## REFRACCION EN CUERDAS

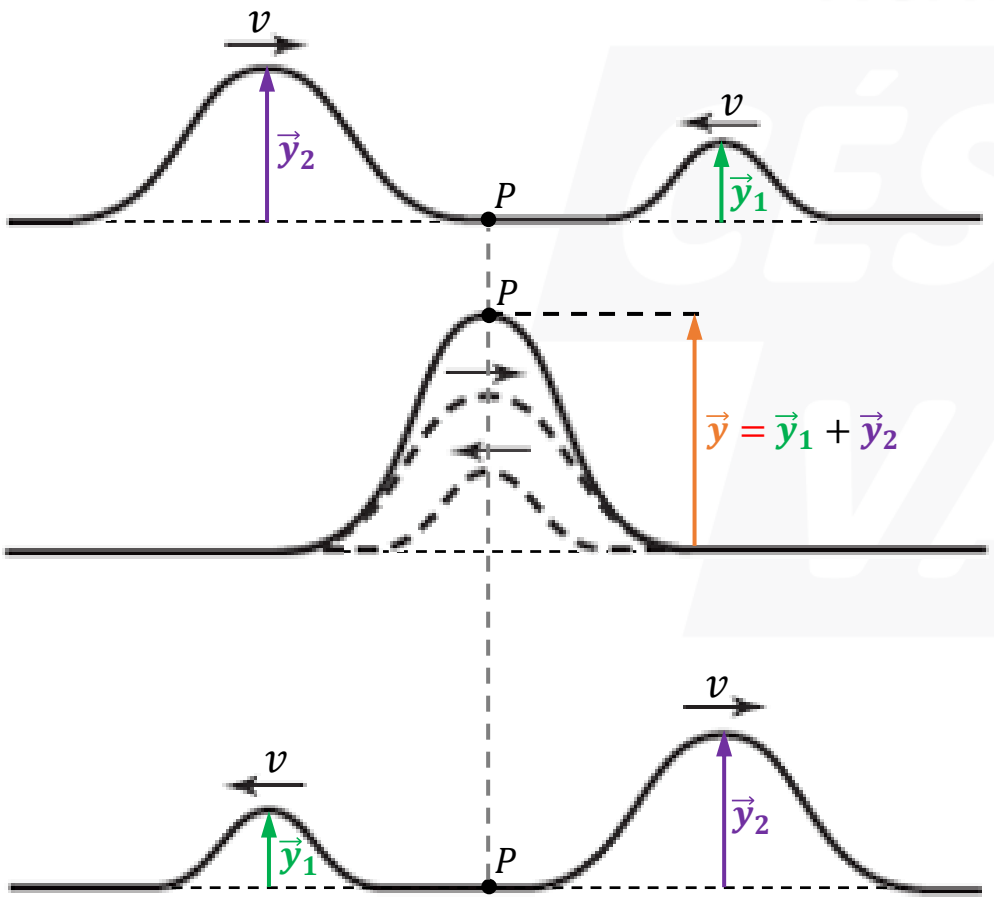
### LA ONDA SE REFRACTA A UN MEDIO DE MAYOR DENSIDAD

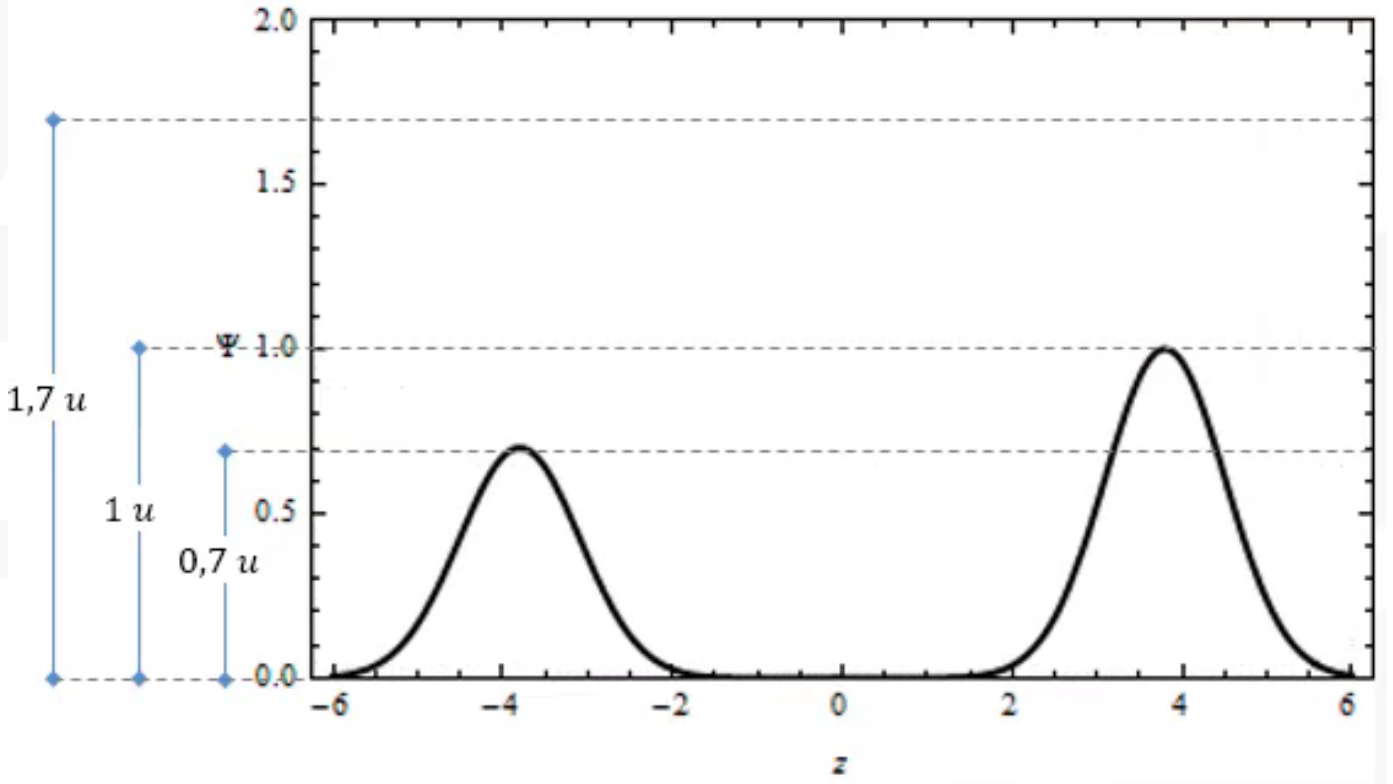
$$\mu_1 < \mu_2$$



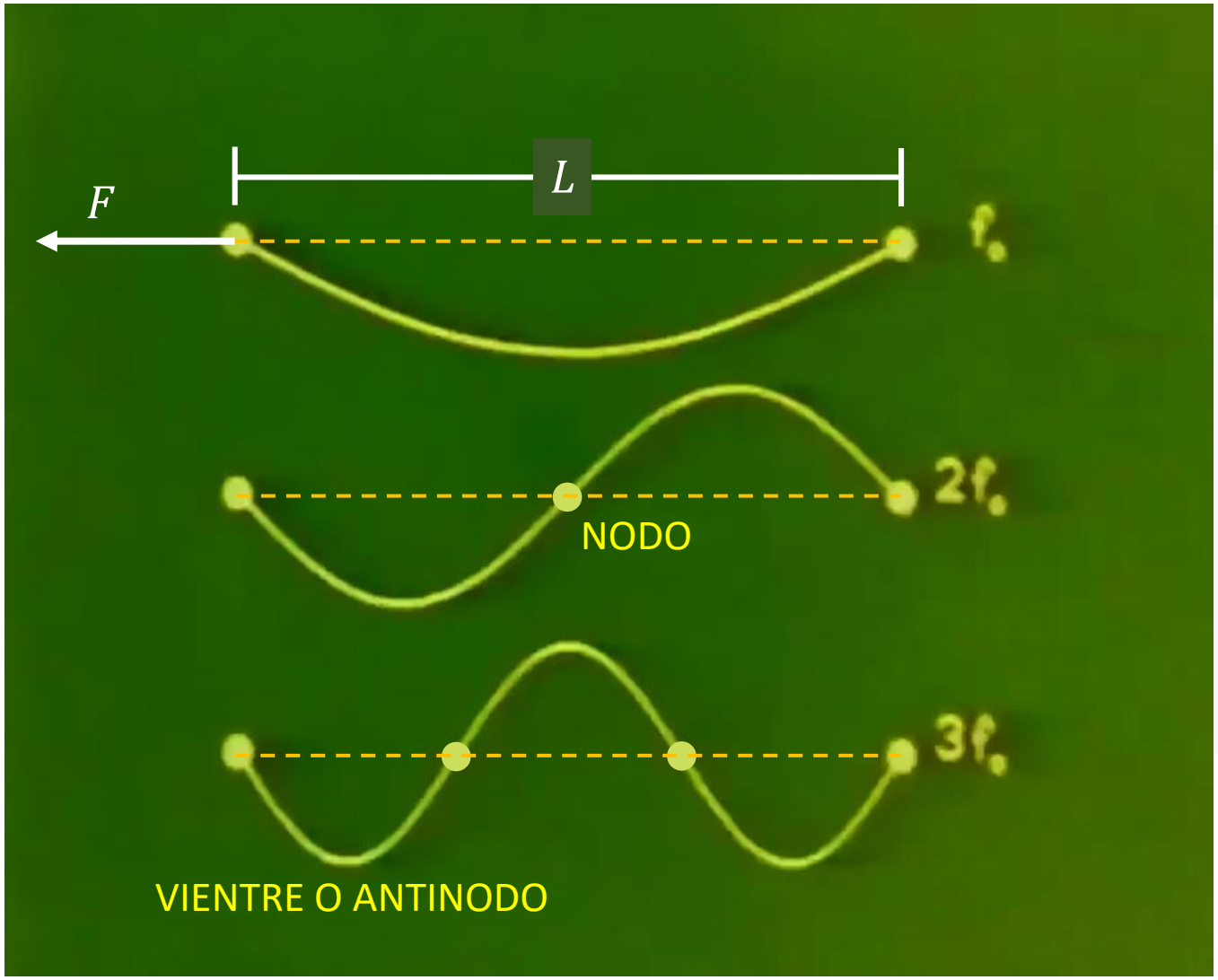
# PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN DE ONDAS

"Cada punto de un medio por donde pasan dos o más ondas, en el mismo instante, experimenta un desplazamiento resultante igual a la suma de los desplazamientos que cada onda le produce individualmente". El resultado de está superposición se denomina interferencia.



# ONDA ESTACIONARIA




Es un caso particular de ***interferencia*** de dos ondas de igual amplitud y frecuencia que se propagan en direcciones opuestas.

En la onda estacionaria existen puntos fijos en los que el valor de la amplitud es siempre cero, a estos puntos se los llama **nodos**. Entre dos nodos consecutivos se encuentran los **vientres o antinodos,** estos son puntos de amplitud máxima.

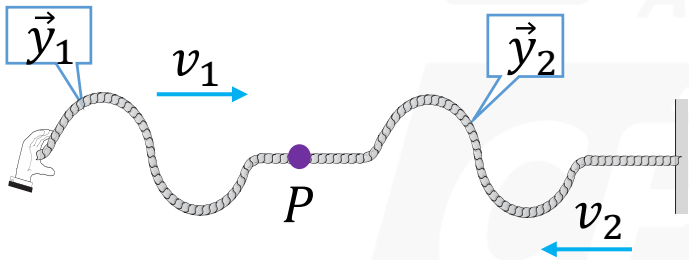
Para el enésimo armónico:

$$f_n = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

Las frecuencias de las ondas estacionarias no dependen de la frecuencia de la fuente emisora sino que dependen de la tensión, longitud de onda y densidad lineal.

# ECUACIÓN DE UNA ONDA ESTACIONARIA

Consideremos dos ondas que viajan en direcciones contrarias sobre un mismo medio.




Para la OM incidente: $\vec{y}_1 = Asen(\omega t - kx)$

Para la OM reflejada: $\vec{y}_2 = Asen(\omega t + kx + \pi)$

Del principio de superposición:

$$\vec{y}_p = Asen(\omega t - kx) + Asen(\omega t + kx + \pi)$$

$$\boldsymbol{\vec{y}_p = 2ASen(kx)Cos(\omega t)}$$

Donde la amplitud sería:

$$A_{(X)} = 2ASen(kx)$$

*Entonces en la onda estacionaria las partículas de la cuerda realizan MAS pero con diferentes amplitudes, desde cero (NODO) hasta la amplitud máxima 2A (antinodo)*

Para: $A_{(X)} = 0 \rightarrow$ NODO

Para: $A_{(X)} = \pm 2A \rightarrow$ ANTINODO

## APLICACIÓN 1

Una cuerda de piano oscila en su primer armónico con una frecuencia fundamental de 131 Hz. Si tiene una masa de 12 g y una longitud de 1,5 m. determine:

a) La longitud de onda.
b) La rapidez de propagación.
c) El módulo de la tensión de la cuerda.

## RESOLUCIÓN

**a)** La longitud de onda para armónicos en una cuerda esta dado por la expresión:

$$\boldsymbol{\lambda_n = \frac{2L}{n}}$$

Para el primer armónico: $n = 1$

$$\lambda_1 = \frac{2(1,5)}{1}$$

$$\lambda_1 = 3\ m$$

De: $v_{OM} = \lambda_1 f_1$

$$v_{OM} = (3)(131)$$

$$v_{OM} = 393\ m/s$$

**b)** Cálculo de la tensión en la cuerda:

De: $v_{OM} = \sqrt{\frac{F}{m/L}}$

Reemplazando los valores:

$$393 = \sqrt{\frac{F}{0,012/1,5}}$$

$$F = 1,24\ \text{kN}$$

## APLICACIÓN 2

Una onda estacionaria vibra en una cuerda con la siguiente ecuación:

$$\vec{y} = 6\ sen\left(\frac{\pi x}{4}\right) cos\ (30\pi t)\ cm$$

Donde $x$ e $y$ están en cm y $t$ en segundos. Determine:

a) La amplitud y rapidez de propagación de las ondas que producen esta onda.
b) La distancia que hay entre dos nodos consecutivos.

## RESOLUCIÓN

a) La ecuación de la onda estacionaria viene dada por:

$$\vec{y} = 2A\ sen(kx)\ cos(\omega t)$$

$$\vec{y} = 6\ sen\left(\frac{\pi x}{4}\right)\ cos\ (30\pi t)$$

Comparando con la ecuación dada:

Se tiene que: $2A = 6\ cm \Rightarrow A = 3\ cm$

De: $v_{OM} = \frac{\omega}{k}$

$$v_{OM} = \frac{30\pi}{\frac{\pi}{4}} \Rightarrow v_{OM} = 120\ cm/s$$

b) La distancia entre dos nodos consecutivos

Se sabe que: $d = \frac{\lambda}{2}$

De la ecuación: $\lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{\pi/4} \Rightarrow \lambda = 8m$

Entonces: $d = \frac{8}{2}$

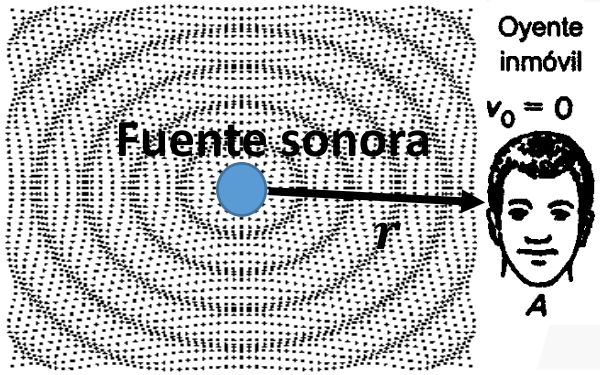
Reemplazando $d = 4\ cm.$

# SONIDO

Es una onda mecánica longitudinal de frente de onda esférico.

## Intensidad de la onda sonora ($I_P$)

Permite medir la energía que se transmite por unidad de tiempo y por unidad de área.




Donde: $I = \dfrac{P_{fuente}}{4\pi r^2}$ Unidad: $\dfrac{W}{m^2}$

El ser humano percibe ***la sensación de oír,*** cuando la Intensidad del sonido que llega a su sistema auditivo se encuentra en el siguiente rango:

$$\underbrace{10^{-12}\frac{W}{m^2}}_{\text{Intensidad mínima } (I_0)} \leq I \leq \underbrace{1\frac{W}{m^2}}_{\text{Intensidad dolorosa } (I_{máx})}$$

## Nivel de intensidad ($\beta_P$)

Viene a ser una escala logarítmica cuya unidad es el Decibel(dB).

$$\beta_P = 10\log\left(\frac{I}{I_o}\right)$$

### Cálculo del $\beta_{mín}$ :

$$\beta_{mín} = 10\log\left(\frac{I_o}{I_o}\right)$$

$$\beta_{mín} = 10\log 1$$

$$\beta_{mín} = 0$$

### Cálculo del $\beta_{máx}$ :

$$\beta_{máx} = 10\log\left(\frac{1}{10^{-12}}\right)$$

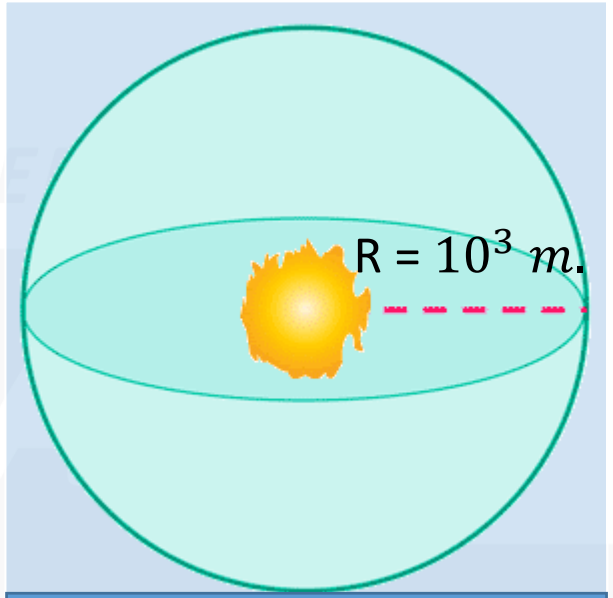
$$\beta_{máx} = 10\log 10^{12}$$

$$\beta_{máx} = 120dB$$

## APLICACIÓN 3

Cuando un proyectil antiaéreo hace explosión a 1000 m de altura, la intensidad acústica en el suelo es 0,001 W/m$^2$. ¿Cuál es la potencia acústica total liberada?

## RESOLUCIÓN




$$I_{suelo} = 10^{-3}\ W/m^2$$

La energía liberada producto de la explosión se distribuye uniformemente en toda la superficie de una esfera de radio 1000 m.

De: $$I_P = \frac{P_{fuente}}{4\pi R^2}$$

$$10^{-3} = \frac{P_{fuente}}{4\pi(10^3)^2}$$

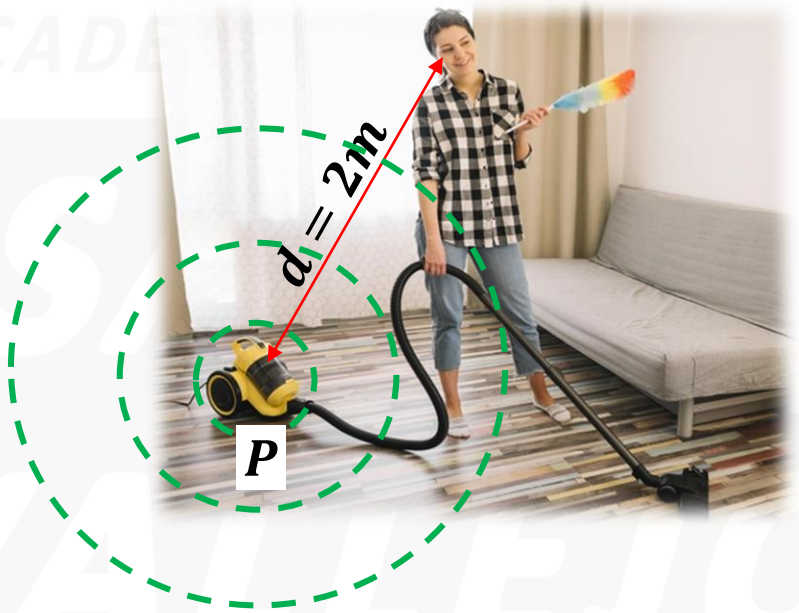
$$P_{fuente} = 12560\ W$$

## APLICACIÓN 5

Una fuente sonora puntual emite ondas con una potencia de salida de 1,6π W. Determine el nivel de intensidad al que se escuchará el sonido a 2 m de la fuente.

## RESOLUCIÓN

Por ejemplo, consideremos que la fuente sonora es un artefacto eléctrico




Por dato la potencia es de 1,6πW

$$I = \frac{P}{4\pi d^2}$$

$$I = \frac{1{,}6\pi}{4\pi(2)^2}$$

$$I = 10^{-1}\text{W}/m^2$$

De: $\beta = 10log\left(\frac{I}{I_o}\right)$

$$\beta = 10log\left(\frac{10^{-1}}{10^{-12}}\right)$$

$$\beta = 10log10^{11}$$

$$\beta = 110\log 10$$

$$\boxed{\beta = 110dB}$$

ACADEMIA
CÉSAR
VALLEJO

# GRACIAS

SÍGUENOS:

academiacesarvallejo.edu.pe